

## Determining the capacity of an accumulator

**Publication number:** ES2218052T

**Publication date:** 2004-11-16

**Inventor:** RICHTER GEROLF DR (DE); MEISSNER EBERHARD DR (DE)

**Applicant:** VB AUTOBATTERIE GMBH

**Classification:**

- **International:** **G01R31/36; G01R31/36; (IPC1-7): G01R31/36**

- **European:** G01R31/36V1

**Application number:** ES20000126938T 20001208

**Priority number(s):** DE20001002473 20000121

**Also published as:**



EP1120663 (A2)

US6388450 (B2)

US2001009370 (A1)

EP1120663 (A3)

DE10002473 (A1)

more >>

**Report a data error here**

Abstract not available for ES2218052T

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 218 052**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>: **G01R 31/36**

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **00126938 .0**

⑧6 Fecha de presentación: **08.12.2000**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1120663**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **01.08.2001**

⑤4 Título: **Procedimiento para la determinación del estado de carga de acumuladores.**

③0 Prioridad: **21.01.2000 DE 100 02 473**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.11.2004**

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.11.2004**

⑦3 Titular/es: **VB Autobatterie GmbH**  
**Am Lelneufer 51**  
**30419 Hannover, DE**

⑦2 Inventor/es: **Richter, Gerolf y**  
**Meissner, Eberhard**

⑦4 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

**Aviso:** En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la determinación del estado de carga de acumuladores.

5 Para un gran número de aplicaciones es necesario determinar el estado de carga actual (SOC por sus siglas en inglés "state of charge") de un acumulador.

En primer lugar, todos los esfuerzos a este respecto se centraron en la medida y evaluación de las variaciones de la densidad de electrolito, o bien directamente por medio de procedimientos mecánicos u ópticos o bien indirectamente a través de la tensión en circuito abierto acoplada con la densidad de ácido de la batería o de cada una de las células.

Con los sucesivos avances en el campo del registro electrónico de datos y del procesamiento de datos, se abrió paso al procedimiento del balanceo de carga con la ayuda de contadores eléctricos en primer plano.

15 Estos procedimientos muestran muy buenos resultados en baterías en el campo de la aplicación de carga y descarga completa con cargas intermedias que se producen sólo raramente. Los errores se pueden producir debido a inexactitudes de medición y de cálculo, pérdidas parasitarias de carga en el acumulador, el envejecimiento del almacenador de corriente, así como con las capacidades de las baterías extraíbles que varían con el valor de la corriente de carga o de descarga. Sin embargo, con la ayuda de este tipo de procedimientos de integración no es posible realizar una  
20 indicación fiable relativa a la disposición de potencia (producto de la corriente por la tensión) de la batería, ya que, por ejemplo, la variación de la resistencia interna es una función de los ciclos completos y parciales que se derivan de la duración temporal y del valor de corriente.

Los puntos débiles mencionados del procedimiento de balanceo de la carga se pueden subsanar por medio de un  
25 modelado matemático del acumulador de un modo adecuado.

Los procedimientos con modelos matemáticos (ecuaciones que los describen o esquemas equivalentes que se pueden representar matemáticamente), cuya evaluación se realiza en ordenadores electrónicos por medio de la introducción de un juego de datos básicos típicos de las baterías o datos de los componentes de los esquemas equivalentes hacen posible un registro del estado de carga de la batería que se opera paralelamente al modelo al mismo  
30 tiempo. El factor limitante de estos procedimientos es únicamente la calidad del modelo en el que se basan, así como la calidad de los parámetros de entrada, en lo que se refiere a su coincidencia con la batería que se ha de considerar.

35 Como procedimiento de evaluación se ha acreditado como especialmente útil, en particular, la igualación a cero de la técnica de regulación de la tensión de salida calculada a través del modelo con la tensión real de la batería bajo las condiciones de misma temperatura y mismo paso de corriente. Este tipo de evaluación permite además una estimación de los procesos de envejecimiento.

40 En los procedimientos basados en modelos matemáticos representa una desventaja un enorme incremento de la complejidad del modelo, especialmente cuando se han de calcular los efectos de las variaciones instantáneas de carga y cuando, por otro lado, existen también grandes cargas y descargas de la batería a lo largo de largos periodos de tiempo.

45 Del documento US-5955869 se conoce un procedimiento para la determinación del estado de carga de acumuladores, en el que se usan dos procedimientos individuales diferentes para la determinación del estado de carga despen- diendo del estado de la batería.

La problemática viene dada por el hecho de que dependiendo de los ciclos del automóvil distribuidos estadística-  
50 mente por lo que respecta a duración temporal y perfil de velocidad, solapados por medio de los perfiles de consumo de potencia distribuidos así mismo de modo estadístico de los dispositivos consumidores eléctricos instalados en el automóvil, son posibles las más diferentes condiciones de carga y descarga para la batería de arranque, y han de ser registradas por el determinador del estado de carga.

55 La invención se basa en el objetivo de proporcionar un procedimiento para la determinación del estado de carga de un acumulador que registre un gran intercambio de carga en relación con la capacidad de la batería, pausas y fases de reserva así como el envejecimiento de la batería.

Este objetivo se alcanza según la invención con el procedimiento mencionado al comienzo por medio de las carac-  
60 terísticas de la reivindicación 1. En las reivindicaciones subordinadas se indican otras configuraciones ventajosas del procedimiento.

Según la invención, se han de usar al mismo tiempo varios procedimientos diferentes en su planteamiento para la determinación del estado de carga, se han de ponderar los resultados individuales obtenidos de estos procedimientos  
65 diferentes correspondientemente a su fiabilidad respectiva durante la situación de funcionamiento actual y anterior del acumulador, y el valor medio ponderado de cada uno de los procedimientos obtenido de esta manera se ha de usar y mostrar como magnitud de salida del procedimiento. Por ejemplo, el procedimiento de balanceo de la carga que trabaja en los intervalos de corta duración y con grandes corrientes de un modo relativamente preciso se combina con otros

procedimientos para los intervalos de larga duración, en particular en los procedimientos que se basan en modelos matemáticos.

Por medio de este procedimiento también se pueden registrar pausas y fases de reserva, así como el envejecimiento de la batería. Otra ventaja reside en el hecho de que es posible un control de plausibilidad de los resultados por medio de dos procedimientos diferentes de determinación.

En particular, la invención se caracteriza porque se mide la tensión del acumulador, la corriente que pasa a través de él y su temperatura, y porque los diferentes procedimientos usan estas magnitudes de entrada así como las magnitudes derivadas de estas magnitudes de entrada como magnitudes de entrada.

En este caso, al menos uno de los procedimientos empleados es un procedimiento de integración, y al menos otro procedimiento es un procedimiento soportado por un modelo.

Bajo el concepto de procedimiento de integración se entiende una medición de la corriente del acumulador por medio de un grupo electrónico y la conformación realizada de modo analógico o digital de la integral temporal de la corriente  $\int i \, dt$ , a través de lo cual se determina la variación del estado de carga del acumulador.

Bajo el concepto de un procedimiento soportado por un modelo se entiende la reproducción del comportamiento de la batería en un esquema equivalente electrónico y su formulación matemática en un circuito digital. En este caso, por ejemplo, a partir de la comparación del comportamiento del modelo y del acumulador real a través de un planteamiento de la técnica de regulación se adaptan las magnitudes de los parámetros del modelo y las magnitudes de estado del modelo, y de esta manera se determina el estado de carga del acumulador.

Por medio de la integración de la corriente que fluye a través del acumulador se determinan las variaciones del contenido de carga del acumulador, a partir de las cuales se determinan las variaciones del estado de carga. Al menos otro de los procedimientos diferentes usa un modelo matemático realizado en un ordenador electrónico, el cual simula el comportamiento del acumulador, en el que, por ejemplo, si bien no necesariamente, a partir de la comparación del comportamiento del modelo y del acumulador real a través de un planteamiento de la técnica de regulación se ajusta la magnitud de los parámetros del modelo y las magnitudes de estado del modelo y de esta manera se determina el estado de carga del acumulador.

Adicionalmente, por medio de al menos uno de los procedimientos empleados se puede determinar la antigüedad de uso o la necesidad de una sustitución del acumulador, la disposición de potencia actual o futura o la disponibilidad actual o futura del acumulador, o bien se realiza una conclusión de este tipo sobre la disponibilidad del acumulador a través de una combinación de indicaciones de varios de los procedimientos empleados, en los que, dado el caso, se usa una media ponderada de las indicaciones de disponibilidad así obtenidas de cada uno de los procedimientos como (otra) magnitud de salida del procedimiento.

Según la invención, así pues, se pueden combinar al menos dos procedimientos diferentes con diferentes puntos fuertes y puntos débiles de tal manera que en cada situación de funcionamiento al menos uno de ellos posea una fiabilidad suficiente por lo que se refiere al estado de carga, dado el caso, también conjuntamente con el estado de carga determinado en un instante anterior. Dependiendo de la situación de funcionamiento se puede usar otro de los procedimientos diferentes. En general, se conforma una media ponderada de los estados de carga determinados por medio de los diferentes procedimientos.

El cálculo de los factores de ponderación para los resultados de los diferentes procedimientos se realiza dependiendo de las condiciones de funcionamiento, en particular de las evoluciones temporales de la tensión, corriente y temperatura del acumulador.

Además, pueden entrar campos característicos y parámetros de la batería para el cálculo de la especificación de ponderación.

En particular, también se pueden usar otros procedimientos que ofrecen resultados representativos únicamente en determinados estados de funcionamiento y que presentan errores considerables en otros estados de funcionamiento. Por medio de una función de ponderación entre los diferentes procedimientos se garantiza que los valores determinados por los procedimientos relevantes entren de un modo considerable en el resultado final del procedimiento conforme a la invención, mientras que los resultados determinados en los procedimientos con más errores en los estados de funcionamiento dados entran sólo de modo reducido.

El valor del estado de carga que se obtiene de modo continuo según este procedimiento, u otra función de los valores del estado de carga obtenidos en el marco del procedimiento según los diferentes procedimientos usados, o sus valores absolutos, magnitud relativa, su variación o su tasa de variación se muestran y/o se usan para el control de una función en el sistema unido con el acumulador. En particular, el uso se realiza para el control de las energías eléctricas en un automóvil, y el valor del estado de carga sirve como ayuda fundamental de decisión para este control.

Los valores de medida de entrada necesarios para el uso del procedimiento se determinan en intervalos de muestreo

Ti (por ejemplo de 1 ms a 1 s) entre dos procesos de medida para, por ejemplo, la corriente de la batería y la tensión correspondiente de la batería.

Un intervalo de cálculo de la duración T1 está fijado en el intervalo temporal entre la determinación de dos valores del estado de carga LZ (k) y/o la variación del estado de carga  $\Delta LZ$  (k) según cada uno de los procedimientos diferentes k = 1, 2, 3...

Los procedimientos basados en modelos matemáticos se ejecutan sin interrupción, como parte de la batería, por decirlo de alguna manera, dado el caso con variación de los parámetros de los componentes de los esquemas equivalentes debida al envejecimiento.

En un intervalo de cálculo Ti se determinan según los diferentes procedimientos k = 1, 2, 3, ... las variaciones de los valores del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$ .

La variación del estado de carga  $\Delta LZ_i$  obtenida según el procedimiento conforme a la invención se obtiene como media ponderada.

$$\Delta LZ_i = \alpha(1) * \Delta LZ_i(1) + \alpha(2) * \Delta LZ_i(2) + \alpha(3) * \Delta LZ_i(3) + \dots$$

Los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de todos los procedimientos empleados al mismo tiempo suman en su suma el valor "1".

A partir del estado de carga  $LZ_{i-1}$  al final del intervalo de cálculo previo Ti-1 y de la variación del estado de carga  $\Delta LZ_i$  durante el intervalo de cálculo Ti se calcula un nuevo estado de carga  $LZ_i$ .

Este nuevo valor del estado de carga  $LZ_i$  se introduce en los procedimientos soportados por un modelo que se acercan al valor del verdadero estado de carga de modo iterativo por medio de la comparación con los valores de medida. Gracias a ello, en el caso de grandes desviaciones de  $LZ_i$  respecto al valor del estado de carga del procedimiento soportado por el modelo, esta desviación se tiene en cuenta especialmente y se corrige en la determinación de  $\Delta LZ_{i+1}$ .

A partir de las variaciones de los valores del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  se pueden calcular los estados de carga  $LZ_i(k)$  asignados a los diferentes procedimientos. El estado de carga  $LZ_i$  obtenido según el procedimiento conforme a la invención se obtiene a partir de ellos como media ponderada:

$$LZ_i = \beta(1) * LZ_i(1) + \beta(2) * LZ_i(2) + \beta(3) * LZ_i(3) + \dots$$

Los factores de ponderación  $\beta(k)$  de todos los procedimientos empleados al mismo tiempo suman una suma de valor "1".

Este nuevo valor del estado de carga  $LZ_i$  se introduce en los procedimientos soportados por un modelo.

Los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinados según los diferentes procedimientos k = 1, 2, 3... se escogen grandes en los intervalos de cálculo Ti en los que en cada instante individual fluye una pequeña corriente, en los procedimientos basados en modelos matemáticos (especialmente en su suma = 1 con la corriente = 0), y pequeños en el caso de procedimientos basados en la integración de corriente (especialmente en su suma = 0 con la corriente = 0).

A través de ello se tiene en cuenta la baja fiabilidad de los procedimientos basados en la integración de corriente en el caso de que fluyan pequeñas corrientes.

Los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinados según los diferentes procedimientos k = 1, 2, 3... se escogen pequeños en los intervalos de cálculo Ti en los que fluye una gran corriente si bien la variación del estado de carga sólo es pequeña, en los procedimientos basados en modelos matemáticos (especialmente en su suma = 0 con la corriente = 0), y grandes en el caso de procedimientos basados en la integración de corriente (especialmente en su suma = 1 con la corriente = 0). A través de ello se tiene en cuenta la baja fiabilidad de los primeros procedimientos en el caso de pequeñas variaciones del estado de carga.

En este caso, una corriente se considera pequeña cuando lleva a una variación del estado de carga de no más de un 1%, y preferiblemente de no más del 0,2% por hora de la capacidad nominal de la batería de almacenamiento; una corriente se considera grande cuando lleva a una variación del estado de carga de más de un 10%, preferiblemente de más de un 20% por hora de la capacidad nominal de la batería de almacenamiento.

Una variación del estado de carga se considera pequeña cuando se corresponde con no más de un 1%, preferiblemente con no más de un 0,2% por hora de la capacidad de la batería de almacenamiento; una variación del estado de

carga se considera grande cuando se corresponde con más de un 10%, preferiblemente con más de un 20% por hora de la capacidad nominal de la batería de almacenamiento.

Los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinados según los diferentes procedimientos se eligen en el mismo orden de magnitud en los intervalos de cálculo  $T_i$  en los que se llevó a cabo una variación considerable del estado de carga en procedimientos basados en modelos matemáticos y en procedimientos basados en una integración de la corriente.

Los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinados según los procedimientos de integración de corriente se fijan iguales a 1 en los intervalos temporales de cálculo  $T_i$  en los que los procedimientos basados en modelos matemáticos representan una descripción imprecisa de la batería (habitualmente en regiones con un balanceo de carga fuertemente positivo).

Los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinados según los diferentes procedimientos  $k = 1, 2, 3...$  se determinan en los intervalos temporales de cálculo  $T_i$  en los que no se da ninguna de las condiciones descritas en los ejemplos anteriores por medio de una interpolación entre estos casos. Esta interpolación se puede realizar de modo lineal o con otra relación funcional.

Como puntos clave de la interpolación referentes a la corriente que fluye y a cantidad de carga convertida se usan según la invención los siguientes valores:

Una corriente se considera en este caso pequeña cuando lleva a una variación del estado de carga de no más de un 1%, y preferiblemente de no más del 0,2% por hora de la capacidad nominal de la batería de almacenamiento; una corriente se considera grande cuando lleva a una variación del estado de carga de más de un 10%, preferiblemente de más de un 20% por hora de la capacidad nominal de la batería de almacenamiento. Una variación del estado de carga se considera pequeña cuando se corresponde con no más de un 1%, preferiblemente con no más de un 0,2% por hora de la capacidad de la batería de almacenamiento; una variación del estado de carga se considera grande cuando se corresponde con más de un 10%, preferiblemente con más de un 20% por hora de la capacidad nominal de la batería de almacenamiento.

Cada uno de los procedimientos  $k$  usados al mismo tiempo puede evaluar su propia fiabilidad actual, y puede prefijar un valor sugerido para el factor de ponderación  $\alpha(k)$  ó  $\beta(k)$  de un intervalo de valores de 0 a 1. Esto es así puesto que cada uno de los procedimientos puede deducir a partir de los valores de sus magnitudes de entrada y de la historia su propia determinación de valores si bajo las condiciones de funcionamiento existentes en ese momento puede realizar una indicación más o menos fiable del estado de carga y de su variación. El procedimiento normaliza estos valores sugeridos de manera que su suma dé 1, y calcula entonces una variación del estado de carga o un estado de carga.

La fiabilidad de uno de los procedimientos  $k$  depende del tipo de procedimientos (integración de corriente, soportado por un modelo, etc...), de las condiciones de funcionamiento de la batería (mayor/menor corriente, mayores/menores tasas de variación de la fuerza de la corriente, mayores/menores tasas de variación del estado de carga, etc...) y de la precisión de la medida de las magnitudes de entrada (corriente, tensión, temperatura, ...) Se conoce el hecho de que la integración de corriente permite una estimación relativamente buena de la carga que fluye si la corriente no es demasiado pequeña, ya que en otro caso, el error en la medida de la corriente, comparado con la fuerza de la corriente, no es lo suficientemente pequeño. La integración de la corriente también produce una muy buena estimación de la carga que fluye cuando la duración de la medida no es demasiado larga, ya que el error de integración crece con la duración temporal.

Los algoritmos soportados por un modelo pueden ser mejores cuanto más dinámicas sean las condiciones de funcionamiento, es decir, cuándo más rápidamente varíen las magnitudes de entrada corriente, tensión, etc. Cuanto mayor sea la tasa de variación, más puede "aprender" el algoritmo sobre el estado de la batería.

Esto es así cuando las medidas son lo suficientemente rápidas para poder seguir las variaciones, en caso contrario disminuye la precisión de la indicación.

Puesto que las diferentes magnitudes de entrada de los procedimientos se usan de diferentes maneras, se pueden considerar por medio del cálculo de la propagación de errores las consecuencias de errores de medida en los resultados de los diferentes procedimientos  $k$ . Debido a ello, cada algoritmo modelado puede calcular una fiabilidad propia relativa con las condiciones de funcionamiento dadas, en el que se consideran la precisión de medida y el tipo del modelo.

La evaluación o el uso del estado de carga determinado según el procedimiento combinado descrito hace posible un funcionamiento seguro y rentable de un automóvil.

En caso de que el estado actual de carga  $LZ$  vaya a parar por debajo de un umbral  $S1$  predefinido, entonces se produce una indicación (función de alarma), o se toma una medida, por ejemplo se rebaja la carga del consumidor o se incrementa la potencia de carga alimentada a la batería de almacenamiento.

## ES 2 218 052 T3

En caso de que el estado actual de carga LZ sobrepase un umbral S2 predefinido, entonces se produce una indicación (función de alarma), o se toma una medida, por ejemplo se incrementa la carga del consumidor o se rebaja la potencia de carga alimentada a la batería de almacenamiento.

5 En caso de que la desviación respecto a los estados de carga determinados por parte de los diferentes procedimientos o la desviación de las variaciones del estado de carga determinadas en un intervalo de tiempo sobrepase un umbral S3 predefinido, entonces se produce una indicación o se toma una medida como consecuencia de esta desviación demasiado grande entre los resultados según los diferentes procedimientos.

10 En caso de que la desviación respecto a los estados de carga determinados por parte de los diferentes procedimientos o la desviación de las variaciones del estado de carga determinadas en un intervalo de tiempo vuelvan a dar a parar por debajo de un umbral S4 predefinido, entonces se cancela la medida que había sido tomada anteriormente.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación del estado de carga de un acumulador, **caracterizado** porque se usan al mismo tiempo al menos dos procedimientos diferentes en su planteamiento para la determinación del estado de carga, se ponderan los resultados obtenidos respectivamente de los diferentes procedimientos en correspondencia con su respectiva fiabilidad en la respectiva situación de funcionamiento actual o previa del acumulador, y el valor medio ponderado de cada uno de los procedimientos obtenido de esta manera se usa y se muestra como magnitud de salida del procedimiento.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se mide la tensión del acumulador, la corriente que fluye a través de él y su temperatura, y porque los diferentes procedimientos usan estas magnitudes de entrada así como magnitudes derivadas de estas magnitudes de entrada.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque al menos uno de los diferentes procedimientos usa la integración de la corriente que fluye a través del acumulador para la determinación de las variaciones del contenido de la carga del acumulador, a partir de la cual se deducen las variaciones del estado de carga, y porque al menos otro de los diferentes procedimientos usa un modelo matemático realizado en un ordenador electrónico que simula el comportamiento del acumulador.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque adicionalmente al menos uno de los procedimientos empleados determina la antigüedad de uso o la necesidad de una sustitución de un acumulador, la disposición de potencia actual o futura o la disponibilidad actual o futura del acumulador.

5. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la variación obtenida en el intervalo de cálculo  $T_i$  del estado de carga  $\Delta LZ_i$  se calcula como media ponderada de las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinadas según los diferentes procedimientos  $k = 1, 2, 3, \dots$ :

$$\Delta LZ_i = \alpha(1) * \Delta LZ_i(1) + \alpha(2) * \Delta LZ_i(2) + \alpha(3) * \Delta LZ_i(3) + \dots$$

en el que los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de todos los procedimientos empleados al mismo tiempo suman en su suma el valor "1", y porque a partir del estado de carga  $LZ_i-1$  antes del intervalo de cálculo  $T_i$  y de la variación del estado de carga  $\Delta LZ_i$  se calcula un nuevo estado de carga  $LZ_i$  durante el intervalo de cálculo  $T_i$ , que se usa y se muestra como magnitud de salida del procedimiento.

6. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque con las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinadas en un intervalo de cálculo  $T_i$  según los diferentes procedimientos  $k = 1, 2, 3, \dots$  se calculan los estados de carga  $LZ_i(k)$  asignados a los diferentes procedimientos, y a partir de aquí se determina como media ponderada un estado de carga  $LZ_i$  del procedimiento:

$$LZ_i = \beta(1) * LZ_i(1) + \beta(2) * LZ_i(2) + \beta(3) * LZ_i(3) + \dots$$

en el que los factores de ponderación  $\beta(k)$  de todos los procedimientos empleados al mismo tiempo suman en su suma el valor "1", y porque este nuevo valor del estado de carga  $LZ_i$  se introduce en el procedimiento soportado por un modelo.

7. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque los factores de ponderación  $\alpha(k)$  de las variaciones del estado de carga  $\Delta LZ_i(k)$  determinadas según los diferentes procedimientos  $k = 1, 2, 3, \dots$

a) se eligen grandes en intervalos de cálculo  $T_i$  en los que en cada instante individual fluye una pequeña corriente, en procedimientos basados en modelos matemáticos, y se eligen pequeños en procedimientos basados en la integración de la corriente,

b) se eligen pequeños en intervalos de cálculo  $T_i$  en los que fluye una gran corriente, si bien la variación del estado de carga sólo es pequeña en procedimientos basados en modelos matemáticos, y se eligen grandes en los procedimientos basados en la integración de la corriente,

c) se eligen en el mismo orden de magnitud en intervalos de cálculo  $T_i$  en los que se ha realizado una variación considerable del estado de carga en procedimientos basados en modelos matemáticos y en procedimientos basados en integración de la corriente,

d) se determinan en intervalos de cálculo  $T_i$  en los que no se da ninguna de las condiciones a), b), c) por medio de una interpolación entre estos casos.

8. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque cada procedimiento  $k$



evalúa su propia fiabilidad actual y prefija un valor sugerido para  $\alpha(k)$  del intervalo de valores de 0 a 1, porque el procedimiento normaliza estos valores sugeridos de manera que su suma dé 1, y porque entonces se calcula una variación del estado de carga o un estado de carga.

- 5 9. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque se muestra el valor de estado de carga determinado u otra función de los valores de estado de carga obtenidos o de sus valores absolutos, magnitud relativa, su variación o su tasa de variación y se usa para el control de una función en el sistema unido con el acumulador.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65